

# Anexo 1 – Actualización Informe Falla eléctrica en el Laboratorio de Fuerza: Reincidencia de la Falla Eléctrica (2 de marzo de 2026)

Subdirección de Metrología Física  
Bogotá

Bogotá D.C., 05 de marzo de 2026

## CONTENIDO

	Página.
ANEXO 1 – ACTUALIZACIÓN INFORME FALLA ELÉCTRICA EN EL LABORATORIO DE FUERZA: REINCIDENCIA DE LA FALLA ELÉCTRICA (2 DE MARZO DE 2026)	3
1. Descripción del nuevo evento y diagnóstico.....	3
2. Comunicación a las instancias directivas .....	4
3. Actividades afectadas el día 3 de marzo de 2026 .....	4
4. Estado actual del laboratorio de fuerza .....	4
5. Estado del proyecto de modernización del patrón nacional de fuerza de 100 kN (Convenio 004 de 2025) .....	5
6. Análisis técnico de causas de la manifestación de la falla eléctrica.....	6
7. Recomendaciones .....	10
8. Documentos adjunto al presente anexo .....	11

## ANEXO 1 – ACTUALIZACIÓN INFORME FALLA ELÉCTRICA EN EL LABORATORIO DE FUERZA: REINCIDENCIA DE LA FALLA ELÉCTRICA (2 DE MARZO DE 2026)

**Fecha del evento:** 2 de marzo de 2026

**Fecha del diagnóstico complementario:** 3 de marzo de 2026

**Personal involucrado:** Ing. Juan Alberto Arias Prieto (JAAP), Ing. Johan Andrés Gómez Espinoza (JAGE), Sr. John Alexander Moreno Soler (JAMS), Sra. Ángela Ximena Velandia (Coordinadora Servicios Administrativos).

### 1. Descripción del nuevo evento y diagnóstico

El día 2 de marzo de 2026, los ingenieros JAAP y JAGE se encontraban en el laboratorio de fuerza del primer piso realizando el montaje del transductor de 2 kN en la máquina de carga directa (MCD) patrón de 10 kN, como parte de la actividad de verificación del ajuste inicial dentro del plan de restitución del servicio. Durante el montaje, el Ing. JAAP percibió nuevamente una descarga eléctrica al manipular el transductor. De inmediato se realizaron mediciones con el multímetro digital modelo YF-3210 del laboratorio de fuerza, obteniendo un valor de tensión de 46,1 V CA entre el transductor y tierra (ver fotografías del presente anexo). Este resultado confirmó la persistencia de tensión inducida en la estructura metálica del patrón, evidenciando que la falla eléctrica no había sido corregida en su totalidad con las acciones del 20 de febrero de 2026.

El hecho fue informado de inmediato al Sr. JAMS, quien procedió a realizar una nueva revisión a la red regulada por la UPS de 6 kVA y al panel de control. El día 3 de marzo de 2026 a las 07:30 horas, el Sr. JAMS se presentó en el laboratorio acompañado de la Sra. Ángela Ximena Velandia, coordinadora de Servicios Administrativos del INM, para llevar a cabo el diagnóstico correspondiente. Durante esta revisión se detectó mediante medición directa que la UPS de 6 kVA presenta una fluctuación de voltaje en el conductor de neutro con valores que oscilan entre 5 V y 35 V, condición anormal dado que en operación correcta no debe existir diferencia de potencial en dicho conductor. Con base en este hallazgo medido, se determinó que la UPS de 6 kVA sufrió daño en su transformador como consecuencia de la falla eléctrica original, provocada por la conexión incorrecta del motor monofásico de ventilación del panel de control, la cual generó inducción de tensión por la línea de tierra y causó el deterioro del equipo. El personal de Servicios Administrativos emitió las siguientes recomendaciones operativas:

- 1) Retirar de servicio la UPS de 6 kVA y gestionar su reparación.
- 2) No conectar ni operar el panel de control de los patrones hasta tanto no se realice un diagnóstico eléctrico completo y las actividades de mantenimiento preventivo y correctivo que certifiquen la integridad y seguridad del equipo, dado que conectarlo a la UPS de 15 kVA del laboratorio o a la red regulada

del INM sin previo diagnóstico representa un riesgo alto de dañar dichos sistemas y los equipos conectados a la misma red.

## **2. Comunicación a las instancias directivas**

Una vez obtenido el diagnóstico y la recomendación del Sr. JAMS, avalada por la coordinadora de Servicios Administrativos, se informó de inmediato la situación a la coordinadora del Grupo Interno de Trabajo de Magnitudes Mecánicas (GITMAM) Ing. Yineith Paola Ochoa Fonseca y al Subdirector de Metrología Física Ing. Jairo Gustavo Ayala Forero, comunicándoles la reincidencia de la falla eléctrica, el diagnóstico del daño en la UPS de 6 kVA y la necesidad de mantener suspendidas las actividades del laboratorio de fuerza hasta que se garanticen las condiciones de seguridad eléctrica requeridas en el panel de control.

## **3. Actividades afectadas el día 3 de marzo de 2026**

Para el día 3 de marzo de 2026 se tenían programadas dos actividades que no pudieron ejecutarse:

- 1) Actividades de calibración en el patrón de 10 kN como parte de la verificación del ajuste inicial, las cuales quedaron suspendidas ante la imposibilidad de operar el patrón en condiciones seguras.
- 2) Actividades de ingeniería inversa en el patrón de 100 kN programadas con la empresa PINZUAR S.A.S. dentro del marco del Convenio 004 de 2025 para la modernización del patrón, que requerían el funcionamiento del equipo (Convenio 004 de 2025, Anexo Plan de trabajo, 2.ª visita técnica, 3 de marzo de 2026). El personal técnico de PINZUAR S.A.S. que se presentó al laboratorio debió retirarse sin poder realizar las actividades previstas, generando un retraso en el cronograma del proyecto.

## **4. Estado actual del laboratorio de fuerza**

A la fecha de elaboración del presente anexo (3 de marzo de 2026), el laboratorio de fuerza del INM se encuentra con sus actividades suspendidas hasta tanto se ejecute un diagnóstico eléctrico integral del panel de control, acompañado de las actividades de mantenimiento preventivo y correctivo correspondientes, que garanticen la seguridad del equipo para su operación. Dado que todos los patrones primarios y el patrón de referencia del laboratorio dependen del panel de control para su funcionamiento, estos equipos quedan inhabilitados. Esta situación conlleva a:

1. Detención temporal de las actividades de mantenimiento, ajuste y calibración en los patrones del laboratorio, incluyendo el plan de restitución de las Capacidades de Medición y Calibración (CMC) en el intervalo de 0,1 kN a 1,9 kN y las actividades para la restitución del servicio de calibración ofertado en la parrilla del INM.

2. Imposibilidad de prestar servicios de calibración en el laboratorio de fuerza mientras no se restablezcan las condiciones de seguridad eléctrica, lo que afecta la atención de clientes en el caso de que se paguen servicios de calibración.
3. Suspensión de las actividades que dependan de la operatividad del laboratorio en el marco del Convenio 004 de 2025, específicamente las visitas de ingeniería inversa programadas para el período del 3 al 13 de marzo de 2026, con impacto directo en el cronograma del proyecto de modernización del patrón de 100 kN.

## **5. Estado del proyecto de modernización del patrón nacional de fuerza de 100 kN (Convenio 004 de 2025)**

El proyecto se encuentra actualmente en la fase 2, correspondiente a ingeniería y diseño de la solución de modernización del patrón nacional de fuerza de 100 kN. En esta fase resulta indispensable el levantamiento integral de información mecánica, eléctrica y de control de la máquina, con el fin de establecer las condiciones reales de operación del sistema de posicionamiento de masas y de su cadena de accionamiento, tal como fue definido para las visitas técnicas programadas entre el 3 y el 13 de marzo de 2026.

Las visitas técnicas programadas tenían como propósito iniciar las actividades de caracterización detallada de los motores, sensores y demás sistemas críticos de la máquina, incluyendo: la medición de la señal real del transductor de desplazamiento; la verificación de las características mecánicas y de montaje de los servomotores; la evaluación de las variables dinámicas del movimiento de masas; y la identificación de la relación de transmisión de la caja reductora. Estos trabajos constituyen un insumo técnico esencial para validar y ajustar los diseños preliminares elaborados por el cooperante, así como para confirmar los parámetros de los sensores, las velocidades de operación y la posición de cada una de las masas de la máquina en condiciones reales de servicio.

Las actividades previstas en esta etapa son de alta criticidad para la ejecución del proyecto, dado que permiten comprender con precisión el funcionamiento del sistema de sensado y accionamiento, en particular los sensores de posición de la mesa que gobierna el movimiento de las masas. A partir de la caracterización en campo se obtienen las relaciones entre desplazamiento, velocidad, posición y niveles de carga asociados a la señal de salida de los sensores, lo que posibilita definir las especificaciones finales de los nuevos servomotores, elementos de transmisión y esquemas de control, reduciendo la incertidumbre técnica antes de la ingeniería de detalle.

En consecuencia, el daño presentado en el panel de control impacta de forma directa la ejecución del proyecto, al impedir la realización de las mediciones, verificaciones y pruebas planificadas en las visitas técnicas. Mientras no sea posible operar el equipo en condiciones normales, no podrán confirmarse los diseños preliminares, ni consolidarse la base técnica requerida para la selección definitiva de componentes, la validación de la

lógica de control y el avance hacia las fases posteriores de implementación, de acuerdo con el plan de trabajo aprobado.

Finalmente, es importante aclarar que el cooperante ha realizado avances en otras fases del proyecto, específicamente en la fase 4 "Diseño de prototipo", toda vez que no depende en su totalidad de fases anteriores; sin embargo, para finalizar las actividades de esta fase es necesario obtener los resultados de la ingeniería inversa, pues la información recolectada durante esta etapa es crítica para culminar los diseños eléctricos y mecánicos. Por otra parte, al interior del INM se está avanzando en la fase 6 "Desarrollo de software", en particular en la actividad "Adquisición de datos por visualización artificial", la cual no presenta conflicto con las actividades relacionadas con la ingeniería inversa y, por lo tanto, continuará desarrollándose con normalidad.

## **6. Análisis técnico de causas de la manifestación de la falla eléctrica**

**Antecedente técnico.** La conexión incorrecta del motor monofásico del ventilador del panel de control con el conductor de neutro conectado al borne de tierra es una condición preexistente desde la instalación de los patrones de fuerza en 1996. Sin embargo, esta condición permaneció latente e inactiva durante aproximadamente 29 años sin generar incidentes de seguridad, porque la UPS interna del panel proporcionaba aislamiento galvánico completo mediante su transformador, confinando la corriente de falta dentro del circuito secundario aislado e impidiendo que se indujera tensión en las estructuras metálicas del laboratorio. La pregunta que la dirección del INM ha planteado por qué la falla se manifestó en las últimas semanas y no antes tiene respuesta en la siguiente secuencia de cambios técnicos, que eliminaron progresivamente las barreras que mantenían esa condición inactiva.

### **6.1 Análisis de la conexión incorrecta: neutro del motor monofásico conectado al conductor de tierra**

Para comprender por qué esta conexión incorrecta genera un peligro eléctrico, es necesario describir la función de cada conductor en el circuito de un motor monofásico. En condiciones normales de instalación, el motor dispone de tres conductores con funciones completamente distintas:

- Conductor de fase (L): transporta la tensión de alimentación del motor (110 V o 220 V según el sistema). Es el conductor activo que provee la energía al equipo.
- Conductor de neutro (N): es el conductor de retorno de la corriente, conectado al punto de referencia de la red eléctrica. En condiciones normales opera aproximadamente a 0 V respecto a tierra.
- Conductor de tierra o protección (PE, *Protective Earth*): es el conductor de seguridad, conectado a todas las carcasas y estructuras metálicas del equipo. Su función exclusiva es proporcionar un camino seguro de baja impedancia para conducir corrientes de falta en caso de falla interna, de modo que el interruptor

de protección (*breaker*) actúe y desconecte el circuito. En condiciones normales debe permanecer estrictamente a 0 V y no transportar corriente de operación.

En la instalación original de 1996, el motor del ventilador del panel de control quedó conectado incorrectamente: el conductor de neutro (N) fue conectado al borne de tierra (PE) del breaker de entrada, ya que no dispone de un borne de neutro correspondiente. Esta inversión de conductores produce el siguiente efecto eléctrico en cadena:

- El motor continúa operando con normalidad aparente, porque tiene un camino de retorno de corriente disponible (a través del conductor PE). Esto explica por qué la falla pasó desapercibida durante 29 años: el equipo funcionaba, no se producían alarmas ni disparos de protección.
- La corriente de retorno del motor que debería circular por el conductor de neutro N circula ahora por el conductor de tierra PE. Este conductor está físicamente conectado a la carcasa del panel y, a través del sistema de equipotencialización del laboratorio, a las estructuras metálicas de los patrones de fuerza.
- La circulación de corriente por el conductor PE que siempre presenta alguna resistencia residual genera una diferencia de tensión en ese conductor. Como consecuencia, las estructuras metálicas equipotencializadas del laboratorio quedan energizadas con esa tensión respecto al verdadero potencial de tierra, creando un riesgo de electrocución para cualquier persona que las toque.
- Los dispositivos de protección convencionales (breakers e interruptores diferencial-residual estándar) no detectan esta condición, porque monitorean la corriente en los conductores de fase y neutro, no en el conductor PE. La falla es, por tanto, "invisible" para los sistemas de protección normales instalados en el panel.

El nivel de tensión registrado en las estructuras metálicas ( $\sim 170$  V el 20 de febrero de 2026) se explica por la combinación de la corriente de operación del motor con la resistencia del circuito de tierra. Mientras la UPS interna del panel estuvo operativa, su transformador de aislamiento galvánico impidió que esta corriente encontrara camino de retorno hacia el sistema de tierra del edificio, confinándola dentro del circuito secundario aislado. Al perderse ese aislamiento (julio de 2025), la corriente encontró camino libre hacia el sistema de tierra del edificio, manifestándose como tensión peligrosa en toda la estructura metálica del laboratorio.

En términos accesibles: es como si los papeles del cable de retorno (neutro) y del cable de seguridad (tierra) se hubieran intercambiado desde 1996. El cable de seguridad, que debe mantenerse permanentemente a cero voltios, comenzó a transportar la corriente de trabajo del motor, transformando las carcasas metálicas de todos los equipos conectados a ese sistema de tierra en superficies con tensión eléctrica activa y peligrosas al contacto. La barrera protectora que mantuvo oculto este error durante 29 años fue el

transformador de la UPS interna del panel de control, cuya falla en julio de 2025 dejó la instalación expuesta.

## 6.2 Causas de la manifestación de la falla

### **Causa 1. Pérdida del aislamiento galvánico por falla irreparable de la UPS interna del panel de control (julio de 2025). Causa principal y factor detonante.**

Todo UPS con arquitectura de doble conversión (AC-DC-AC) incorpora un transformador de aislamiento cuya función es separar eléctricamente el circuito de entrada del de salida: ambos intercambian energía por acoplamiento magnético sin que exista continuidad conductora entre ellos. En términos prácticos, esto significa que el sistema de tierra del edificio y el circuito interno del UPS son eléctricamente independientes; es decir, actúa como una barrera invisible que impide que la corriente de un circuito pase al otro. Gracias a este aislamiento, la corriente de falta del motor que circulaba erróneamente por el conductor PE quedaba confinada dentro del circuito secundario del UPS sin encontrar camino hacia el sistema de tierra del edificio ni hacia las estructuras metálicas del laboratorio. Al fallar irreparablemente la UPS interna en julio de 2025 y reconectar el panel directamente a la red regulada del INM, se eliminó esa barrera de aislamiento. A partir de ese momento, la corriente de falta encontró camino conductivo directo a través del sistema de tierra del edificio, energizando todas las estructuras metálicas equipotencializadas con aproximadamente 170 V CA respecto a tierra, condición que constituyó el riesgo documentado de electrocución. Esta es la causa primaria y directa del incidente.

**Causa 2. Debilitamiento progresivo y falla anticipada de la UPS interna por sobretensión transitoria documentada (junio de 2024).** En junio de 2024 se registró la destrucción del varistor de óxido metálico (MOV, Metal Oxide Varistor) de la UPS interna del panel. Un varistor es un componente electrónico diseñado para absorber los picos de tensión (golpes eléctricos momentáneos) que llegan por la red; se destruye al recibir un transitorio de tensión que supera su capacidad de absorción. Este evento es evidencia documental de que el sistema eléctrico del laboratorio recibió al menos un transitorio de tensión de magnitud significativa. Dichos transitorios no solo destruyen el varistor: someten simultáneamente a estrés eléctrico y térmico a los demás componentes internos de la UPS en particular los condensadores del bus de corriente continua y las etapas de rectificación y conversión, acelerando su envejecimiento. Este proceso de degradación acumulativa explica por qué la UPS, aunque operativa tras el reemplazo del varistor, falló de forma irreparable trece meses después (julio de 2025): los componentes internos habían alcanzado el límite de su vida útil acelerada por el estrés del transitorio de 2024. El evento de junio de 2024 es, por lo tanto, el antecedente causal directo de la pérdida del aislamiento galvánico descrita en la Causa 1.

**Causa 3. Degradación mecánica de la conexión del conductor de fase en el breaker de entrada del panel por envejecimiento de 30 años.** El hallazgo físico de un conductor de fase suelto en el breaker de entrada del panel no es una condición

accidental ni reciente. Después de 30 años de operación continua, los terminales eléctricos de un tablero experimentan tres procesos degradativos simultáneos:

- Relajación mecánica (creep) del par de apriete de los tornillos de sujeción, causada por los ciclos repetitivos de expansión y contracción térmica del cobre conductor análogo a un tornillo que se va aflojando gradualmente por los cambios de temperatura.
- Oxidación y corrosión electrolítica en la interfaz cobre-terminal, que incrementa progresivamente la resistencia de contacto.
- Vibración mecánica continua transmitida por el motor del ventilador al cuerpo del panel y sus conexiones internas. Como resultado, esta conexión presentaba una resistencia de contacto elevada.

**Causa 4. Degradación del aislamiento eléctrico de los conductores internos del panel por envejecimiento térmico acumulado (30 años de operación continua).**

Los materiales aislantes de los conductores eléctricos (PVC) poseen una vida útil térmica en términos prácticos, por cada incremento de 10 °C sobre la temperatura de operación nominal, la vida útil del aislamiento se reduce aproximadamente a la mitad. Es decir, los plásticos que aíslan los conductores dentro del panel se tornan progresivamente más frágiles y porosos con el paso del tiempo y los ciclos de calor. Un panel instalado en 1996 y operado de forma ininterrumpida durante 30 años ha experimentado miles de ciclos térmicos, vibración mecánica permanente del motor del ventilador y acumulación de polvo y contaminantes factores que se identifican como aceleradores del deterioro del aislamiento en equipos de baja tensión. El envejecimiento del aislamiento genera caminos de fuga de corriente adicionales hacia tierra (corrientes parásitas de fuga), que se suman a la corriente de falta principal del motor mal conectado, agravando la tensión inducida en las estructuras metálicas.

**Causa 5. Generación de lazo de corriente en tierra por instalación de la UPS de 6 kVA con punto de referencia neutro-tierra independiente (octubre de 2025).**

La instalación de la UPS de 6 kVA en octubre de 2025 introdujo en el sistema eléctrico del laboratorio un nuevo punto de vinculación neutro-tierra, establecido en el secundario del transformador interno de la UPS. En sistemas con múltiples fuentes de alimentación, el vínculo neutro-tierra debe realizarse en un único punto del sistema. La existencia de dos puntos de referencia neutro-tierra (el del tablero general del edificio y el nuevo de la UPS de 6 kVA) conformó, en combinación con la conexión incorrecta del motor, un lazo de corriente en tierra (ground loop). En términos accesibles: es como tener dos puntos de referencia de "nivel cero" distintos en el mismo sistema eléctrico; esa diferencia impulsa una corriente parásita que circula continuamente por los conductores de tierra y se suma a la corriente de falta del motor, aumentando la tensión sobre las estructuras equipotencializadas. La tensión residual de 46,1 V CA medida el 2 de marzo de 2026, después de la corrección parcial del 20 de febrero, es evidencia directa de la persistencia de este lazo.

**Causa 6. Generación de corrientes de modo común por la coexistencia de múltiples puntos de referencia de tierra tras la instalación de la UPS de 15 kVA (diciembre de 2025) y daños documentados en equipos de la red regulada.** La instalación de la UPS de 15 kVA en diciembre de 2025 introdujo un tercer punto de referencia neutro-tierra independiente, destinado a los tableros de potencia de los patrones de fuerza. Aunque el circuito de esta UPS es eléctricamente independiente del circuito de la UPS de 6 kVA, ambos subsistemas comparten físicamente el sistema de equipotencialización (barras y conductores de tierra) del laboratorio. La coexistencia de tres puntos de referencia de tierra tablero general del edificio, UPS de 6 kVA y UPS de 15 kVA interconectados a través del mismo sistema de equipotencialización, genera corrientes de modo común (corrientes parásitas que circulan por los conductores de tierra en lugar de por los conductores de fase y neutro). Estas corrientes, inducen sobretensiones en los equipos conectados a esa red, afectando especialmente a la electrónica sensible. El amplificador digital HBM DMP40 y el computador portátil HP ambos conectados a la red regulada por la UPS de 6 kVA presentaron daños eléctricos (quema del amplificador y daño en puertos USB del computador por sobretensión) en el período de operación posterior a diciembre de 2025. Estos daños documentados constituyen evidencia técnica de la ocurrencia de sobretensiones de modo común en la red regulada.

**Síntesis causal.** Las seis causas identificadas configuran una secuencia causal encadenada que transformó una condición de conexión incorrecta latente e inactiva en un incidente de seguridad activo. La causa 2 (sobretensión transitoria, junio de 2024) provocó la falla irreparable de la UPS interna (causa 1, julio de 2025), que al eliminar el aislamiento galvánico activó la falla latente de 1996. Las causas 3 y 4 (degradación por envejecimiento del conductor de fase y de los aislamientos del panel) amplificaron la magnitud de la tensión inducida. Las causas 5 y 6 (instalación de las UPS de 6 y 15 kVA con sus respectivos puntos de referencia neutro-tierra independientes) agravaron la condición mediante la generación de lazos de corriente en tierra y corrientes de modo común, explicando tanto la persistencia de la tensión inducida después de la corrección parcial del 20 de febrero como los daños eléctricos en los equipos de la red regulada. La solución definitiva requiere no solo la corrección del cableado del motor, sino el diagnóstico y saneamiento integral del sistema de tierra del panel de control, los tableros de los patrones, y los puntos de referencia neutro-tierra de ambas UPS.

## 7. Recomendaciones

Se presentan las siguientes recomendaciones:

- 1) Gestionar la reparación de la UPS de 6 kVA, cuyo transformador presentó daño como consecuencia de la falla eléctrica documentada. Si bien el laboratorio de fuerza cuenta con la UPS de 15 kVA instalada en diciembre de 2025 que actualmente suministra tensión regulada a los tableros de potencia eléctrica de los dos patrones primarios de carga directa y el patrón de

referencia, y que tiene capacidad suficiente para soportar la carga del panel de control, la reactivación de este equipo está condicionada a que se certifique su integridad eléctrica (véase recomendación 2). La reparación de la UPS de 6 kVA es necesaria para restituir la disponibilidad de una red regulada independiente destinada a la instrumentación del laboratorio, que incluye los amplificadores digitales propios y de clientes, la unidad de calibración de puente BN100 empleada en la calibración de amplificadores, y los equipos de cómputo para adquisición de datos.

- 2) Se recomienda de manera prioritaria a la alta dirección del INM gestionar la ejecución del diagnóstico eléctrico integral y el mantenimiento correctivo del panel de control de los patrones nacionales de fuerza, así como el mantenimiento de los tableros eléctricos individuales de cada uno de los patrones, los cuales no han recibido mantenimiento desde su instalación en 1996. Estas actividades son condición necesaria para certificar la integridad y seguridad eléctrica del equipamiento previo a su reactivación, y su ejecución es perentoria para restablecer la operatividad normal del laboratorio. Para la ejecución de estas actividades se identifican tres vías posibles:
  - a. ejecución interna por el personal técnico de Servicios Administrativos del INM, en el marco de sus competencias y autorización institucional;
  - b. vinculación de la actividad al alcance del Convenio 004 de 2025, evaluando su viabilidad técnica y contractual con PINZUAR S.A.S.;
  - c. contratación de un proveedor externo especializado en mantenimiento y diagnóstico de sistemas eléctricos industriales.

La selección de la vía de ejecución es competencia de la alta dirección del INM.

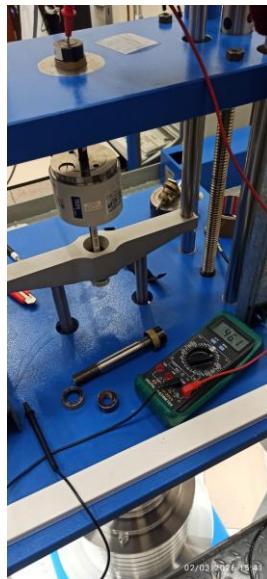
- 3) Una vez ejecutado el diagnóstico y el mantenimiento del panel de control y de los tableros eléctricos de los patrones, establecer un programa de mantenimiento preventivo periódico de la infraestructura eléctrica regulada del laboratorio de fuerza. Dicho programa debe incluir la verificación de la continuidad del sistema de puesta a tierra, pruebas de aislamiento de circuitos, y revisión del estado de todos los componentes eléctricos del panel de control, la UPS de 6 kVA, la UPS de 15 kVA y los tableros eléctricos de control de cada uno de los patrones nacionales de fuerza.

## **8. Documentos adjuntos al presente anexo**

1. Fotografías de la medición de tensión (46,1 V CA) entre el transductor de 2 kN y tierra, tomadas el 2 de marzo de 2026 a las 15:41–15:42 horas en el laboratorio de fuerza del primer piso del INM.
2. Plan de trabajo, 2a visita técnica 2026-03-03



*Figura A1-1. Medición de tensión en el patrón de 10 kN con multímetro YF-3210: lectura de 46,1 V CA entre el transductor y tierra. 02/03/2026, 15:41 h.*



*Figura A1-2. Vista de detalle del multímetro YF-3210 indicando 46,1 V CA. 02/03/2026, 15:41 h.*



*Figura A1-3. Toma de medición con punta de prueba sobre el transductor montado en el patrón de 10 kN. 02/03/2026, 15:42 h.*

Elaboró:

---

Johan Andrés Gómez Espinoza  
Profesional Especializado 2028-16 (e)  
2026-03-05

---

Iván David Betancur Pulido  
Profesional Especializado 2028-14  
2026-03-05

Revisó:

- Yineth Paola Ochoa Fonseca – Coordinadora GITMAM.
- Sergio Andrés Medellín Mayorga – Profesional universitario.
- John Alexander Moreno Soler – Contratista.